

## POJAVA OLOVNO-CINKANE RUDE NA IVANŠČICI KOD IVANCA (HRVATSKA)

Boris ŠINKOVEC<sup>(1)</sup>, Ladislav PALINKAŠ<sup>(2)</sup> i Goran DURN<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska;

<sup>(2)</sup>Prirodoslovno-matematički fakultet, Mineraloško-petrografski zavod, Sveučilište u Zagrebu, Horvatovac bb, HR-10000 Zagreb, Hrvatska  
E-mail: gdurn@rudar.rgn.hr

**Ključne riječi:** Olovno-cinkana ruda, Ivanščica, Epigenetska mineralizacija, Mississippi Valley tip Pb-Zn ležišta

Mineralne i rudne pojave na Ivanščici karakterizira jednostavna parageniza primarnih sulfida olova i cinka, s tragovima sulfida željeza i bakra. Mineralizacija ima epigenetski karakter i nalazi se u srednjotrijaskim karbonatima. Ova mineralizacija najvjerojatnije pripada Mississippi Valley tipu Pb-Zn ležišta.

Pojava olovno cinkane-rude kod Ivanca (sl. 1) nalazi se na sjevernim padinama Ivanščice, 2,5 km JJZ od Ivanca od lokaliteta Velike oberši, neposredno uz šumski put pravca istok–zapad.

Najstarije objavljene podatke o ovoj pojavi nalazimo u radu Lípolda (1862), koji navodi da je istražnim radovima utvrđeno da je ruda u dolomitima koji se nalaze neposredno na verfenskim naslagama. Ležište je po pružanju od istoka prema zapadu istraženo oko 280 m. Debljina rudne pojave je od 60 do 90 cm, a nagib prema jugu sa strmim padom (Crnički, 1983). Ruda je kalamini i sadrži 14–16% cinka. Utvrđeno je 20 000 tona rude.

Istraživanje rudne pojave započeto je sredinom XIX. stoljeća. Prema Šebeciću (1996), 30. VIII. 1860. dodijeljena je dozvola za eksploataciju »galmei rude« »Udruzi za rudarstvo i proizvodnju cinka u Ivanču«. Unatoč svih napora i brzoplete izgradnje tvornice za preradu rude, nije bilo uspjeha. Rudarski radovi su prekidani i obnavljani, mijenjali su se upravljači, a uvedene su i prinudne uprave. Ruda za preradu dovažana je iz Slovenije da bi »Ivanečko cinkovo d.d.« moglo raditi.

Grđjan (1997) navodi da je rudnik radio sredinom XIX. stoljeća, a da je vlasnik bilo poduzeće »Société Anonyme Metalurgique Austro-Belge« sa sjedištem u Hoyu (Belgija). U Kuljevčici nedaleko Ivanca izgrađena je tvornica za preradu cinkove rude, koja je za pogon koristila ugljen iz obližnjeg rudnika Rudnice. Cinkarna se sastojala od osam talioničnih, četiri roštiljnih, dviju koksni i jedne kolčakove peći. U početku se koristila ruda iz ležišta u Ivanščici, ali je ubrzo trebalo obustaviti domaću eksploataciju cinkane rude zbog pomanjkanja rudače. Stoga se tada rudnik Ivanec, vlasništvo austrijsko-belgijskog rudarsko-cinkarskog udruženja, morao orijentirati na dopremu rude iz susjedne Koruške. Godišnja proizvodnja cinka iznosila je 600 tona (1879. god.). Uslijed velikih i nesrazmjernih troškova dopreme cinkove rude i otpreme gotove robe u cinkarni u Kuljevčici proizvodnja je konačno obustavljena 1895. g. Nije poznato koliko je izvađeno rude iz rudnika na Ivanščici i kolika je bila ukupna proizvodnja cinka u cinkarni u Kuljevčici.

Prema Šimuniću (1992) uže područje pojave olovno-cinkane rude izgrađeno je od verfenskih, anizičkih, ladinčkih i egerskih sedimentata, te anizičkih i neogenskih bazalta, andezita i tufova.

Donjotrijaske naslage nalaze se kao manji izolirani izdanci u zoni pravca istok–zapad. U donjem dijelu prevladavaju klastične naslage koje navise postupno prelaze u tamnosive, pločaste i tanko uslojene vapnence. Ovi vapnenci kontinuirano prelaze u anizičke tamnosive

**Key-words:** Lead-zinc ore, Mt. Ivanščica, Epigenetic mineralization, Mississippi Valley Pb-Zn deposits

Mineral and ore occurrences at Mt. Ivanščica are situated in Middle Triassic carbonate rocks and are of epigenetic origin. These occurrences are characterised by simple paragenesis of primary sulphides of lead and zinc and traces of sulphides of iron and copper. This mineralization is similar to Mississippi Valley Pb-Zn deposits.

kalcične dolomite. U ovim dolomitima nalazi se istraživana rudna pojava.

Na tamnosive dolomite nastavlja se svijetlosivi dolomiti i vapnenci, te dolomitne breče. Sredinom anizika, uslijed promjene sedimentacijskih uvjeta uzrokovanih uznapredovanim rifnim procesima i ekstenzionom tektonikom, talože se dubokomorski šejlovi i siliti, te tufovi i tufiti, u kojima se nalaze veće količine bazičnih efuziva (bazalti, andezit-bazalti i spilitizirani bazalti).

Sedimentacija se kontinuirano nastavlja iz anizika u ladinik kada su taloženi karbonatni sedimenti koji su najvećim dijelom dolomitizirani. Sredinom ladinika ponovo je došlo do promjene u načinu sedimentacije te se talože sitnozrni klastiti i piroklastiti.

Egerske naslage se nalaze na sjevernim, nižim padinama Ivanščice, a sastoje se od breča, konglomerata, pijesaka, pješčenjaka, lapora i glina, u kojima su slojevi mrkog ugljena. U gornjem dijelu egera česti su andeziti i tufovi.

U neposrednoj okolini olovno-cinkane rudne pojave su anizički tamnosivi dolomiti, koji su prema sjeveru u tektonskom kontaktu s egerskim naslagama. Rasjed je reversan, a pružanje mu je istok-zapad (sl. 2).

Ulaz u jamu je uz šumski put, a u blizini se zapažaju još dva zarušena ulaza. Ulaz je na približnoj nadmorskoj visini 450 m. Potkop je usmjeren prema jugu, dug je 7 m, a na njegovom kraju je okno (0–1) duboko 4 m kojim je rov spojen s drugim horizontom. Ovaj rov, kao i cijela jama je u tamnosivim anizičkim dolomitima (sl. 3).

Drugi horizont sastoji se od nekoliko hodnika koji su u središnjem dijelu prošireni. Na tome dijelu dolomiti su orudnjeni, a proširenja su nastala eksploatacijom rude. Orudnjenje se sastoji od sistema paralelnih žilica debelih do 3 cm koje su, izgleda, uložene po slojevitosti tanko pločastog dolomita. Nalaze se i poprečne žilice po pukotinama. Debljina orudnjenja s jalovim umetcima je oko jedan metar. Nagib slojeva dolomita je oko 25° prema jugu. Ukupna dužina pristupačnog dijela drugog horizonta je 47 m.

Oknom (0–2) dubokim 8 m drugi horizont spojen je s četvrtim horizontom na kojem se nalazi veći broj hodnika ukupne dužine 126 m. Nagib slojeva dolomita je blag prema jugu i jugozapadu. Izmjeren je veći broj približno paralelnih rasjeda pružanja SZ–JI, s nagibom prema JZ i SI. Rasjedi nisu orudnjeni.

Treći horizont, koji se nalazi 4 m iznad četvrtog horizonta, povezan je s oknom (0–3) s četvrtim horizontom. Na trećem i četvrtom horizontu nisu zapažena orudnjenja. Ukupna dužina trećeg horizonta je 74 m, ukupna dužina pristupačnog dijela jame je 255 m.



Sl. 1. Područje istraživanja  
Fig. 1. Area of investigation

Oko 35 m istočno od jame nalazi se potkop dug 34 m u smjeru juga, bez tragova orudnjenja. Nešto dalje na istoku zapaža se manji površinski kop kružnog oblika u kojem se je možda eksploatirala ruda, ali radi zaraslosti nisu moguća opažanja.

Ruda istraživane pojave je smeđe boje u različitim nijansama, često trošna, a rjeđe se zapažaju tanke žilice galenita. Mikroskopskom analizom u odbijenom i prolaznom svjetlu, te rentgenskom analizom, utvrđeno je da su glavni minerali rude smitsonit i ceruzit, a sporedni i minerali u tragovima getit, galenit, sfalerit, pirit, tetraedrit, halkopirit, kvarc, muskovit, anglezit, halkozin i kovelin.

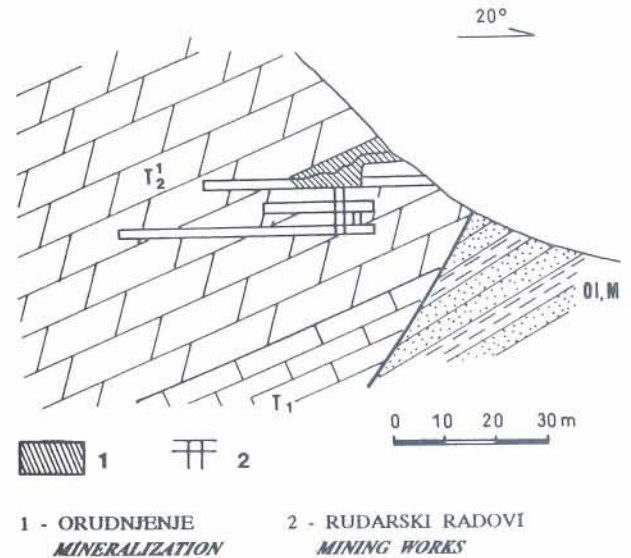
Dvije rentgenske analize rude dale su sljedeće rezultate:

1. Smitsonit, ceruzit > muskovit, kvarc > galenit.
2. Ceruzit, smitsonit > kvarc, galenit > muskovit.

Smitsonit i ceruzit su pretežno vrlo sitnozrni, a u njima su žilice i nakupine krupnijih zrna istih minerala i sulfida. Galenit je najčešći sulfid, a u njemu su sitna zrna sfalerita koji je često potiskivan galenitom. U galenitu je zapažen i tetraedrit koji je dijelom prešao u plavi halkozin i kovelin. Galenit po rubovima nakupina prelazi u anglezit, koji je često koncentrične građe i ceruzit. Sitna zrnca pirit nalaze se u rudnim mineralima i u dolomitu i često su limonitizirana. Zapažaju se žilice i nakupine autigenog kvarca, a nalaze se i detritična zrna kvarca. Muskovit je vjerojatno detritičnog porijekla.

Olovno-cinkanu rudnu pojavu na Ivanščici Jurković (1962) je svrstao u sekundarnohidrotermalni tip orudnjenja nastalu djelovanjem jalovih termi mezozojskog geosinklinalnog magmatskog ciklusa. Šimunić (1997) ovu rudnu pojavu genetski veže za mlađe, egerske andezite, čiji se najbliži izdanci nalaze u jarku Bistrice potoka, udaljenom oko 1,5 km od rudne pojave.

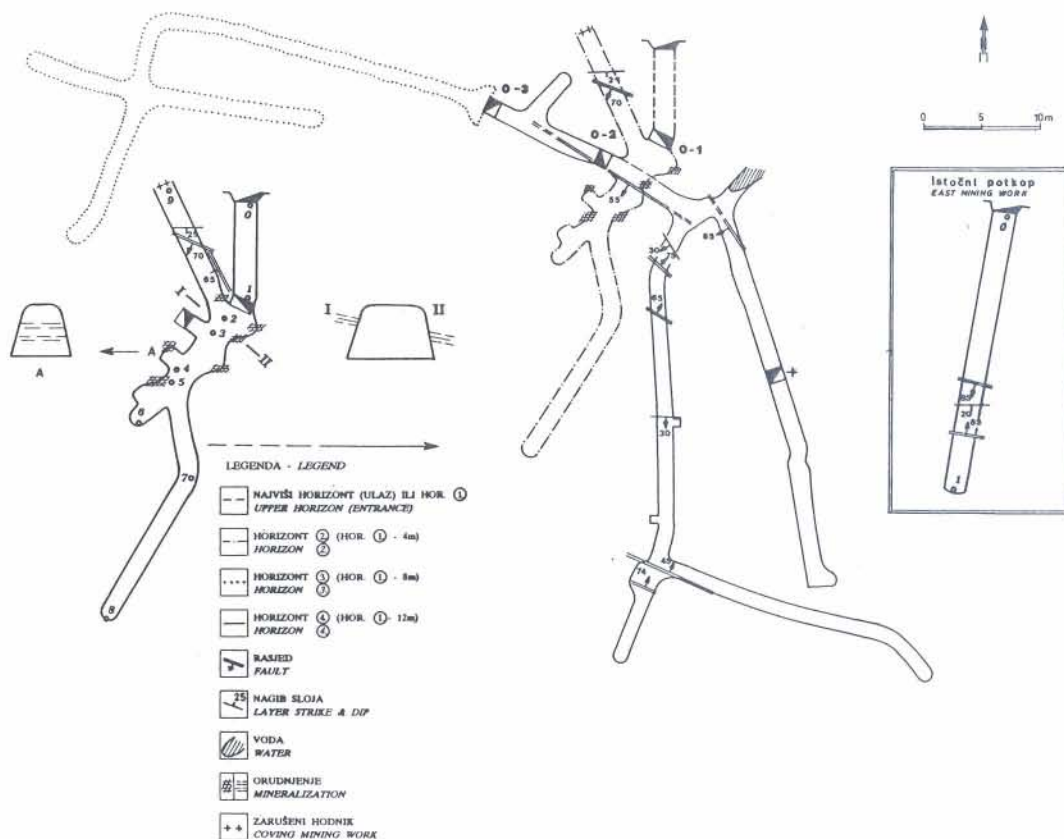
Opća karakteristika mineralne i rudne pojave na Ivanščici je jednostavna parageneza primarnih sulfida olova i cinka s tragovima sulfida željeza i bakra. Nadalje, mineralizacija ima epigenetski karakter i smještena je u srednjotrijaskim karbonatima, taloženim u uvjetima podobnim okolišu novouspostavljene karbonatne plat-



Sl. 2. Skica pojave olovno-cinkane rude na Ivanščici  
Fig. 2. Sketch of lead-zinc ore occurrence at Mt. Ivanščica

forme u Dinaridima, kojima ova zona nesumnjivo pripada, (Zagorje-Srednjotransdanubijska zona, Pamić i Tomljenović, 1998). Na to upućuje opći geološki razvoj trijasa u Ivanščici s pratećim magmatitima, pretežno spilitiziranim bazaltima, karakterističnim za uznapredovane riftne procese, koji će dovesti do potpune oceanizacije tijekom jure (Borojević, 2000), a prema nekim istraživačima već i u trijasu, (Halamić i dr., 1998). Ležišta istih ili vrlo sličnih karakteristika susreću se u identičnim formacijama karbonatne platforme, tj. tvorevinama afričkog pasivnog kontinentalnog ruba, u Dinaridima, Sjevernim vapnenjačkim alpama, Alžiru, Tunisu, ali i u karbonatnim tvorevinama europske afilijacije u Gornjoj Šleziji. To su ležišta u Dinaridima: Svjica (Petrova gora), Sv. Jakob (Medvednica, Šinkovec i dr., 1988), Srb (Lika, Šinkovec, 1957), Olovo (sjeverno od Sarajeva, Kubat, 1988), značajnija ležišta u Sjevernim vapnenjačkim alpama: Mežica, Kotlja, Topla, Bleiberg, Ober Fladung, Lobnig, Topiza, Kolscha, Rischberg, Raibl, Salafossa (Struel, 1971; Haggenguth, 1984). Geneza sličnih ležišta u platformnim karbonatima karbonske miogeosinklinalne Appalachia detaljno je istražena modernim metodama (radiogeni i stabilni izotopi, fluidne inkluzije, Gilbert & Park, 1986) i prema sadašnjem stupnju poznavanja njihova geneza se objašnjava cirkulacijom niskotemperaturnih mineralnih otopina konatnog, bazenskog porijekla, primoranih da se kreću prema gore zbog kompakcije i drugih procesa opterećenja. Studij fluidnih inkluzija ukazuje na visoke slanosti fluida između 15 i 30% NaCl tež. ekvivalenta, i temperature od 50 do 225°C, a prosjek je 120°C. Većina geologa, poznavatelja Mississippi valley tipa rudnih ležišta (MVD), kojem najvjerojatnije i ova pojava pripada, slaže se da je mineralizacija epigenetska, iako je većina rudnih pojava stratabound karaktera, a ponekad čak i stratiformnog (Ohle, 1980).

Primljeno: 2000-06-07  
Prihvaćeno: 2000-09-21



Sl. 3. Geološko jamska karta pojave olovno-cinkane ruda na Ivanščici

Fig. 3 Underground geological map of lead-zinc ore occurrence at Mt. Ivanščica

## LITERATURA

- Borojević, S., Palinkaš, L. & Bermanec, V. (2000): Fluid Inclusions in Pillow Lavas of Hruškovec, Mt. Kalnik. Zbornik rad. 2. Hrv. geol. kongres, 123 str., Cavtat.
- Crnički, J. (1983): Mineralne sirovine varaždinske regije i njihovo privredno značenje. Varaždinski zbornik, Zbornik radova sa znanstvenog skupa održanog u Varaždinu od 1. do 3. listopada 1981. godine povodom obilježavanja 800. godišnjice grada, 75–86, Varaždin.
- Gilbert, J. M. & Park, C. F. (1986): The geology of ore deposits. Freeman and company, 985s.
- Grdjan, D. (1997): Rudarstvo ivanečkog kraja. Zbornik Ivanec, HAZU, 129–150, Varaždin.
- Hagenguth, G. (1984): Geochemische und fazielle Untersuchungen an den Maxerbaenken im Pb-Zn-Bergbau von Bleiberg-Krcuth/Kaernten. *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Oesterr., S. H. 1, 110S*, str 110, Wien.
- Halamić, J., Slovenec, D., Kolar-Jurkovšek, T. (1998): Triassic Pelagic Limestones in Pillow Lavas, in the Orešje Quarry near Gornja Bistra, Medvednica Mt. (Northwest Croatia). *Geol. Croat. 51-1*, str. 33–46, Zagreb.
- Jurković, I. (1962): Rezultati naučnih istraživanja u NR Hrvatskoj. *Geol. vjesnik, 15*, 249–294, Zagreb.
- Kubat, I. (1988): Geneza ruda cerusita u rudnom rejonu »Olovo« kod Olova. *Zbornik radova Rud.-geološkog fakulteta u Tuzli, 17*, 1–7, Tuzla.
- Lipold, M. V. (1862): Galmei und Braunkohlenbergbau in Ivanec. *Jahr. Geol. Reichsanst. Verh. 12*, 2, 135–139, Wien.
- Ohle, E. L. (1980): Some consideration in determining the origin of ore deposits of the Mississippi Valley type, pt. II. *Econ. Geol. 75*: 161–172.
- Pamić, J. i Tomljenović, B. (1998): Basic geologic data from the Croatian part of the Zagorje-Mid-Transdanubian Zone. *Acta Geol. Hun., Vol. 41/4*, pp 389–400, Budapest.
- Struel, I. (1971): On the Geology of the Eastern Part of the Northern Karawankes with Special Regard to the Triassic Lead-Zinc-Deposits. In: Guidebook, VIII, Int. Sediment. Congress. str. 285–301, Bled.
- Šebečić, B. (1996): Rudarski poduzetnici Hrvatskoj od sredine XIX. do sredine XX. stoljeća. *Rud.-geol.-naf.-zbornik, Vol. 8*, 139–174, Zagreb.
- Šimunić, A. (1992): Geološki odnosi središnjeg dijela Hrvatskog zagorja. Disertacija, RGN fakultet, 1–190, Zagreb.
- Šimunić, A. (1997): Geološka osnova mineralnih sirovina ivanečkog kraja. Zbornik Ivanec, HAZU, 105–111, Varaždin.
- Šinkovec, B. (1957): Pojave cinkove i olovne ruda na Lisini kod Srba u Lici. *Geol. vjesnik, 10*, 83–90, Zagreb.
- Šinkovec, B., Palinkaš, L. & Durn, G. (1988): Rudne pojave Medvednice. *Geol. vjesnik, 41*, 395–400, Zagreb.

## Occurrence of lead-zinc ore at Mt. Ivanščica near Ivanec (Croatia)

B. Šinkovec, L. Palinkaš, G. Durn

Occurrence of lead-zinc ore at Mt. Ivanščica are situated in Middle Triassic carbonate rocks (Figs. 1 and 2). The oldest written data about this occurrence are presented by Lipojd (1862). Investigation of this occurrence started at middle of 19<sup>th</sup> century (Crnički, 1983). According to same author, mining works, totalling 280 meters in length indicated that the thickness of lead-zinc ore was in the range from 60 to 90 centimetres and it contained 14 wt. % zinc. Production of zinc in year 1879 was 600 tons and it ceased in year 1895 (Grđjan, 1997).

Underground geologic map of this old mining site is presented on Fig. 3. Microscopical and XRD-analyses showed that main minerals in ore occurrence are smithsonite and cerussite, while subordinate and trace minerals are goethite, galena, sphalerite, pyrite, tetrahedrite, chalcopyrite, quartz, mica, anglezite, chalcocite and covellite. The general characteristics of ore occurrence at Mt. Ivanščica are simple paragenesis of primary sulphides of lead and zinc and traces of sul-

phides of iron and copper. Mineralization is of epigenic origin and is situated in carbonate rocks (dolomite) of Middle Triassic age which belong to Dinaric carbonate platform. Ore deposits bearing similar characteristics are situated in carbonate rocks of African passive continental margin, e.g. in Dinarides (Svinica, Sv. Jakob, Srb, Olovo), North Kalk Alps (Mežica, Kotlja, Topla, Bleiberg, Ober Fladung, Lobnig, Topiza, Kolscha, Rischberg, Raibl, Salafossa), Algeria and Tunisia, but also in carbonate rocks of European affiliation in Upper Slezia. Detail investigation of similar deposits (Mississippi Valley Pb-Zn deposits) which are situated in carbonate rocks of Carboniferous age in Appalachian (USA) showed that they were probably formed by deposition from lowtemperature connate basinal water that moved upward in response to compaction or other loading pressures. We interpret occurrence of lead-zinc ore at Mt. Ivanščica to be similar to Mississippi Valley Pb-Zn deposits.